

## 発明の名称

画像処理装置および画像処理プログラム

## 発明の背景

### 発明の分野

#### 【0001】

本発明は、画像処理装置および画像処理プログラムに関し、より特定的には、仮想三次元空間のゲーム世界等における水面を表示する画像を生成するための画像処理装置、および当該装置で実行される画像処理プログラムに関する。

### 背景技術の説明

#### 【0002】

従来、コンピュータを搭載する画像処理装置の一例であるゲーム機では、仮想三次元空間のゲーム世界において、海や川等の動きがある（起伏が生じている）水面の画像を表示する場合がある。このような画像は、主に次の2通りの手法によって表示されることが多い。

#### 【0003】

図9A及び図9Bを参照して従来技術を説明する。まず、第1の手法は、図9Aに示すように、水面オブジェクトBを構成する平らなポリゴン上に、水面に起伏があるように感じさせる模様を付加し、この水面オブジェクトBを地形オブジェクトAに対して固定位置に配置することで、水面の起伏を表現する手法である。

次に、第2の手法は、図9Bに示すように、水面オブジェクトBを地形オブジェクトAに対して固定位置に配置するが、水面オブジェクトBを複数の細かいポリゴンで構成し、この各ポリゴンの頂点をそれぞれ上下方向に個別に移動させてオブジェクトの表面を変形させることで、水面の起伏を表現する手法である。

#### 【0004】

しかしながら、上述した第1の手法のように、オブジェクト表面の模様だけで水面の起伏を表現する場合には、水面と陸地との境界等では起伏の変化（波が押

し寄せては消えるような波打ち際の変化）が見られない。このため、実際の水面に比べて表現力が乏しいと言わざるを得ない。

一方、上述した第2の手法のように、オブジェクトの表面を任意に変形させて水面の起伏を表現する場合には、オブジェクトの構成に多くのポリゴンが用いられるので、十分なデータ記憶領域が必要になると共に、ポリゴンの各頂点を移動させるための計算処理が複雑かつ膨大となる。このため、高速動作が求められるソフトウェア開発では、この第2の手法を採用しにくい。

## 発明の概要

### 【0005】

それ故に、本発明の目的は、水面オブジェクトを構成するポリゴンの頂点を個別に移動させてオブジェクトの表面を変形させることなく、水面の起伏変化を十分に表現できる画像処理装置および画像処理プログラムを提供することである。

### 【0006】

本発明は、上記目的を達成するために、以下に述べる特徴を有している。

本発明の第1の局面は、仮想空間における水面を表示するための画像データを出力する画像処理装置であって、地形オブジェクト発生手段（実施形態の記載において対応する構成：メインプロセッサ11）、水面オブジェクト発生手段（メインプロセッサ11）、オブジェクト配置手段（メインプロセッサ11）、オブジェクト移動手段（メインプロセッサ11）、および画像データ出力手段（コプロセッサ12）を備える。

地形オブジェクト発生手段は、地形部分を表す地形オブジェクトを発生させる。水面オブジェクト発生手段は、表示する水面領域よりも大きく、かつ、所定の範囲に固定的な起伏形状が形成された、水面部分を表す水面オブジェクトを発生させる。オブジェクト配置手段は、水面オブジェクトが、所定の範囲部分で地形オブジェクトと交わるように、各オブジェクトの配置位置を決定する。オブジェクト移動手段は、地形オブジェクトと交わる部分が所定の範囲内で変化するように、水面オブジェクトの配置位置を移動させる。画像データ出力手段は、配置された各オブジェクトによる仮想空間を表示するための画像データを出力する。

#### 【0007】

上記のように、第1の局面によれば、実際に表現すべき水面領域より大きく、かつ、地形オブジェクトと交わる境界線部分の前後に起伏が形成されるように水面オブジェクトを設定し、この水面オブジェクト全体の位置が移動するように、配置位置を決定する。これにより、水面と陸地とが交わる境界部分を形状変化させることができ、あたかも波打っているかのように水面の起伏を表現することができる。また、水面オブジェクト全体を移動させるので、水面の起伏を表現させるために必要な画像処理の計算量が少なくて済む。

#### 【0008】

好ましくは、オブジェクト移動手段が、水面オブジェクトが直線的または曲線的な往復運動をするように、水面オブジェクトの配置位置を移動させる。

又は、オブジェクト移動手段が、水面オブジェクトが円運動または楕円運動をするように、水面オブジェクトの配置位置を移動させる。

このようにすれば、水面オブジェクト全体の単純な運動だけで、水面と陸地とが交わる境界部分を形状変化させることができる。従って、水面の起伏を表現するために必要な計算処理が簡単となる。

#### 【0009】

また、好ましくは、水面オブジェクトの所定の範囲以外の地形オブジェクトと交わらない部分を平面とする。

このようにすれば、地形オブジェクトと交わらない部分を1つの平面ポリゴンで構成することができるので、水面オブジェクトを表示するために必要なデータ量が少なくて済む。

#### 【0010】

さらに、好ましくは、水面オブジェクトの表面に貼り付けられる模様がある場合には、オブジェクト移動手段が、水面オブジェクトを移動させた方向と逆方向にその移動量だけ、模様の貼り付け位置を移動させる。

このようにすれば、水面オブジェクトの移動に伴って表面の模様が移動してしまうことを防ぐことができる。

#### 【0011】

本発明の第2の局面は、仮想空間における水面を表示するための画像データを出力する手順を、コンピュータで実行させるための画像処理プログラムであって、地形オブジェクト発生ステップ（S64）、水面オブジェクト発生ステップ（S64）、決定ステップ（S74、S75）、移動ステップ（S73）、および出力ステップ（S67、S68）を含む。

地形オブジェクト発生ステップでは、地形部分を表す地形オブジェクトが発生される。水面オブジェクト発生ステップでは、表示する水面領域よりも大きく、かつ、所定の範囲に固定的な起伏形状が形成された、水面部分を表す水面オブジェクトが発生される。決定ステップでは、水面オブジェクトが、所定の範囲部分で地形オブジェクトと交わるように、各オブジェクトの配置位置が決定される。移動ステップでは、地形オブジェクトと交わる部分が所定の範囲内で変化するように、水面オブジェクトの配置位置を移動させる。出力ステップでは、配置された各オブジェクトによる仮想空間を表示するための画像データが出力される。

#### 【0012】

好ましくは、移動ステップでは、水面オブジェクトが直線的または曲線的な往復運動をするように、水面オブジェクトの配置位置を移動させる。

又は、移動ステップでは、水面オブジェクトが円運動または楕円運動を行うように、水面オブジェクトの配置位置を移動させる。

又は、水面オブジェクトの所定の範囲以外の地形オブジェクトと交わらない部分を平面とする。

さらには、水面オブジェクトの表面に貼り付けられる模様がある場合には、移動ステップでは、水面オブジェクトを移動させた方向と逆方向にその移動量だけ、模様の貼り付け位置を移動させる。

#### 【0013】

このような画像処理プログラムをコンピュータに導入して実行させることで、上述した効果を発揮する第1の局面のような画像処理装置を実現することが可能となる。

#### 【0014】

本発明のこれらおよび他の目的、特徴、局面、効果は、添付図面と照合して、

以下の詳細な説明から一層明らかになるであろう。

## 図面の簡単な説明

【0015】

図1は、本発明の一実施形態に係る画像処理装置を含むビデオゲームシステムの構成例を示すブロック図である。

図2は、図1におけるメモリ13のメモリマップの一例を示す図である。

図3は、図1におけるゲームディスク17のメモリマップの一例を示す図である。

図4は、仮想三次元空間で表現される水面オブジェクトおよび地形オブジェクトを垂直断面で表した一例である。

図5は、隠面処理による地形オブジェクトAおよび水面オブジェクトBの見え方の一例を示す図である。

図6は、本発明の一実施形態に係る画像処理装置において画像処理プログラムが実行される手順を説明するためのフローチャートである。

図7は、図6のステップS65の詳細な手順を説明するためのフローチャートである。

図8は、図4に示した水面オブジェクトの配置位置が、時間tの進行に応じて移動する一例を説明する図である。

図9A及び図9Bは、従来の仮想三次元空間で表現される水面オブジェクトおよび地形オブジェクトを垂直断面で表した一例である。

## 好ましい実施例の説明

【0016】

本発明は、水面の起伏変化というものが、水面と陸地との境界部分、つまり波打ち際の形状変化によって認識され易く、それ以外の部分（例えば、海の中央部分）の起伏変化では認識され難いことに着目し、水面と陸地とが交わる境界部分のみを形状変化させることにより、あたかも水面が波打っているかのように感じとる人間の錯覚を利用して、水面の起伏を表現するようにしたものである。

#### 【0017】

本発明が提供する画像処理装置は、ポリゴンによる画像表示を必要とするグラフィックシステムやゲーム機等に用いられ、それらを構成するCPUやメモリ等と協働して特徴的な処理を行うことで実現される。以下、本発明が提供する画像処理装置および当該装置で実行される画像処理プログラムを、図1～図8を参照して説明する。

#### 【0018】

(本発明を実現させるためのシステム環境)

図1に、本発明の一実施形態に係る画像処理装置を含むビデオゲームシステムの構成例を示す。図1において、ビデオゲームシステムは、メインプロセッサ11、コプロセッサ12、メモリ13およびドライブユニット14を備えるメインユニットと、ゲームコントローラ16と、表示部15と、ゲームディスク17とで構成される。本実施形態の画像処理装置は、基本的にメインプロセッサ11、コプロセッサ12およびメモリ13で構成されることとなる。

#### 【0019】

メインプロセッサ11は、ゲームプログラムを実行する。メインプロセッサ11には、コプロセッサ12が接続される。コプロセッサ12は、バス制御を行うためのバス制御回路と、ポリゴンの座標変換や陰影処理等を行うための信号プロセッサと、ポリゴンデータを表示すべき画像にラスタライズし、かつフレームメモリに記憶可能なデータ形式（ドットデータ）に変換するための描画プロセッサとを含む（いずれも図示せず）。コプロセッサ12には、ゲームディスク17を駆動させるドライブユニット14とメモリ13とが接続される。また、コプロセッサ12には、メインプロセッサ11によって処理されたデータに基づく音声信号および映像信号をそれぞれ出力するためのデジタル／アナログ変換器（図示せず）を介して、表示部15が接続される。また、コプロセッサ12には、ゲームコントローラ16が接続される。

バス制御回路は、バスを介してメインプロセッサ11からパラレル信号で与えられたコマンドをシリアル信号に変換して、ゲームコントローラ16に供給する。また、バス制御回路は、ゲームコントローラ16からシリアル信号で与えられ

たコマンドをパラレル信号に変換して、メインプロセッサ 11 へ出力する。ゲームコントローラ 16 から入力される操作状態を示すデータは、メインプロセッサ 11 によって処理されたり、メモリ 13 に一時記憶される等の処理が行われる。ゲームディスク 17 に格納されているプログラムは、必要に応じてメモリ 13 に転送されて記憶される。メモリ 13 に記憶されたプログラムは、ゲームコントローラ 16 から入力される操作に応じて、メインプロセッサ 11 で実行処理される。実行された結果は、コプロセッサ 12 によって表示部 15 の画面上に表示される。

#### 【0020】

図 1 において、本実施形態の画像処理装置で実行される画像処理プログラムは、ゲームディスク 17 に格納され、かつ、メモリ 13 に転送されて記憶され、メインプロセッサ 11 で実行される。メモリ 13 には、図 2 のメモリマップで示されるプログラムおよびデータが格納される。また、ゲームディスク 17 は、DVD 等の記録媒体であって、図 3 のメモリマップで示されるプログラムおよびデータが格納される。

#### 【0021】

図 2 を参照して、メモリ 13 において、プログラム領域には、ゲームを動作させるための基本的なプログラムに加え、水面オブジェクト発生プログラム、地形オブジェクト発生プログラム、オブジェクト配置プログラム、および水面オブジェクト移動プログラム等が格納されている。画像データ領域には、オブジェクトの画像データ（ポリゴンデータやテクスチャ画像データ）が格納される。オブジェクト配置データ領域には、地形オブジェクトの配置位置データと水面オブジェクトの基準位置データが記憶される。計算用バッファは、オブジェクトの配置位置の算出等に用いられるバッファである。オブジェクトリスト領域には、1 枚のフレーム画像を構成するために必要なオブジェクトの情報が格納される（具体的には、オブジェクト指定番号と各オブジェクトの配置位置の情報が格納される）。フレームバッファには、オブジェクトリスト領域のデータに基づいて、コプロセッサ 12 によって 1 フレームの画像が生成されて格納される。

ゲームディスク 17 において、メインプログラム領域には、ゲームを動作させ

るための基本的なプログラムが格納されている。オブジェクト発生プログラム領域には、水面オブジェクト発生プログラム、地形オブジェクト発生プログラム、オブジェクト配置プログラムおよび水面オブジェクト移動プログラム等の画像処理プログラムが格納されている。その他のプログラム領域には、メインプログラムおよびオブジェクト発生プログラム以外のプログラムが格納されている。画像データ領域には、水面オブジェクトや地形オブジェクトに関する様々なデータ（ゲームのグラフィック表示に必要なポリゴンおよびテクスチャ等）が格納されている。オブジェクト配置データ領域には、地形オブジェクトの配置位置データと水面オブジェクトの基準位置データが記憶される。音データ領域には、ゲームの音表現に関する様々なデータが格納されている。

#### 【0022】

なお、メモリ13のプログラム領域、画像データ領域、オブジェクト配置データ領域に記憶されるデータは、ゲームディスク17に格納される該当データが転送されて記憶される。

#### 【0023】

（水面オブジェクトの設定）

次に、水面の起伏を表現するために、本発明が用いた水面オブジェクトの設定手法（水面オブジェクト発生プログラム）を、図4を参照して説明する。図4は、仮想三次元空間で表現される地形オブジェクトAおよび水面オブジェクトBを垂直断面で表した一例である。

今、地形オブジェクトAに対して破線位置が水面となるように、水面オブジェクトを設定する場合を考える（図4の（a））。この場合、水面（破線）が地形オブジェクトAと交わる境界線Pから所定の範囲2dの部分に複数のポリゴンによって起伏を固定的に形成し、それ以外の部分は平面ポリゴンによって形成する水面オブジェクトBを設定する（図4の（b））。

#### 【0024】

地形オブジェクトと水面オブジェクトは、図5に示すように、コプロセッサ12によって隠面処理される。すなわち、水面オブジェクトBのうち地形オブジェクトAとの境界線より外側の領域（地形オブジェクトA側にはみだす領域）は、



地形オブジェクト A によって隠されて表示されない。

#### 【0025】

ここで、起伏が形成される所定の範囲 2 d は、後述する水面オブジェクト移動処理における移動幅以上に設定される。また、所定の範囲 2 d の起伏形状をランダムに形成すれば、隠面処理によって水際ラインが不規則に表現されるので自然的でよい。

このように、本発明が用いる水面オブジェクトは、実際に表現すべき水面領域より大きく、かつ、地形オブジェクトと交わる境界線部分の前後だけ起伏が形成されるように設定される。

#### 【0026】

(画像処理プログラムの実行手順)

次に、図 6 ～ 図 8 をさらに参照して、図 1 に示すビデオゲームシステムにおいて、画像処理装置によってどのように画像処理プログラムが実行され、処理された画像がディスプレイの画面に表示されるのかを説明する。

図 6 は、本発明の一実施形態に係る画像処理装置において画像処理プログラムが実行される手順を説明するためのフローチャートである。図 7 は、図 6 のステップ S 6 5 の詳細な手順を説明するためのフローチャートである。図 8 は、水面オブジェクトの移動処理を説明するための図である。

#### 【0027】

図 6 を参照して、はじめに、電源投入時に動作するプログラムによって初期設定が行われる（ステップ S 6 1）。この初期設定では、ゲームディスク 1 7 がセットされているか否かや、ゲームコントローラ 1 6 が接続されているか否か等が検出される。初期設定が完了すると、ゲームディスク 1 7 からメモリ 1 3 へ必要なプログラムおよびデータが転送される（ステップ S 6 2）。次に、メインプロセッサ 1 1 が、メモリ 1 3 のプログラム領域に記憶された画像処理プログラムの実行を開始し（ステップ S 6 3）、メモリ 1 3 のオブジェクトデータ記憶領域から、各オブジェクト（水面オブジェクト、地形オブジェクト、キャラクタ等）のデータを読み出す（ステップ S 6 4）。そして、メインプロセッサ 1 1 によって、読み出された各オブジェクトのワールド座標系上の配置位置が決定される（ス

テップS 6 5)。

#### 【0 0 2 8】

ここで、図 7 を参照して、上記ステップ S 6 5 で行われる配置位置決定処理を詳細に説明する。

メインプロセッサ 1 1 は、まず、複数のオブジェクトの中から処理対象とするオブジェクトを決定する (ステップ S 7 1)。次に、メインプロセッサ 1 1 は、決定した処理対象とするオブジェクトが水面オブジェクトか否かを判断する (ステップ S 7 2)。ここで水面オブジェクトでない (地形オブジェクトやキャラクタ等である) と判断した場合 (ステップ S 7 2, No)、メインプロセッサ 1 1 は、読み出したそのオブジェクトの位置データを配置位置として決定し (地形オブジェクトの場合は、メモリ 1 3 のオブジェクト配置データ領域から地形オブジェクトの配置位置データを読み出し、キャラクタの場合は、ゲームコントローラの操作に基づいて配置位置が決定される) (ステップ S 7 4)、処理対象とするオブジェクトをワールド座標系に配置させる (ステップ S 7 5)。

#### 【0 0 2 9】

一方、水面オブジェクトであると判断した場合 (ステップ S 7 2, Yes)、メインプロセッサ 1 1 は、メモリ 1 3 のオブジェクト配置データ領域から水面オブジェクトの基準位置データを読み出し、当該基準位置データを基準として、現在時間 (フレーム) における水面オブジェクトの配置位置を計算する (ステップ S 7 3)。ここで、メインプロセッサ 1 1 は、所定の時間 (フレーム) 間隔で見た場合、地形オブジェクトに対する水面オブジェクトの位置が所定の範囲 2 d 内で連続的に移動するように、次式に従って水面オブジェクトの配置位置を計算する。

$$p_x(t) = p_{x0} + v_x(t)$$

$$p_y(t) = p_{y0} + v_y(t)$$

上記式において、 $p_{x0}$  および  $p_{y0}$  は、水面オブジェクトの基本位置を示す X 座標および Y 座標であり、ゲームディスク 1 7 およびメモリ 1 3 のオブジェクト配置データ領域に記憶される水面オブジェクトの基準位置データである。 $v_x(t)$  および  $v_y(t)$  は、時間  $t$  における水面オブジェクトの基本位置からの

X方向移動量およびY方向移動量である。 $p_x(t)$  および  $p_y(t)$  は、時間  $t$  における水面オブジェクトの配置位置を示すX座標およびY座標である。具体的には、 $v_x(t)$  は、時間  $t$  をパラメータとする所定の関数  $X(t)$  に基づいて決定され、 $v_y(t)$  は、時間  $t$  をパラメータとする所定の関数  $Y(t)$  に基づいて決定される。

#### 【0030】

例えば、関数  $X(t)$  を「 $d \cos(\omega t)$ 」と、関数  $Y(t)$  を「0」と設定した場合、図4の(b)に示した水面オブジェクトBは、時間  $t$  の進行( $t_1 \rightarrow t_5$ )に応じて図8の(a)～(e)のように配置位置が順に移動する(X方向に往復スライド運動を行う)。さらに、関数  $Y(t)$  をも「 $d \sin(\omega t)$ 」と設定すれば、水面オブジェクトBは、移動軌跡が円を描くように配置位置が移動する。

#### 【0031】

ところで、水面オブジェクトの表面には、何らかの模様が貼り付けられる場合がある。このような場合、上述した水面オブジェクトの配置位置を時間的に移動させる処理を行うと、表面の模様も一緒に動いてしまうこととなる。そこで、本発明では次式のように、メインプロセッサ11が、表面に模様が付される水面オブジェクトについては、模様の貼り付け位置を、オブジェクトの移動方向とは逆方向に同一変化量で移動させて、模様の位置を静止させることを行う(ステップS73)。

$$m_x(t) = m_{x0} - v_x(t)$$

$$m_y(t) = m_{y0} - v_y(t)$$

上記式において、 $m_{x0}$  および  $m_{y0}$  は、水面オブジェクトに付される模様の基本位置を示すX座標およびY座標である。 $m_x(t)$  および  $m_y(t)$  は、時間  $t$  における水面オブジェクトの模様の貼り付け位置を示すX座標およびY座標である。

#### 【0032】

そして、メインプロセッサ11は、上記位置計算処理によって計算された位置データに従って、水面オブジェクトをワールド座標系に配置させる(ステップS

75)。上記ステップS71～S75の配置位置決定処理は、1フレーム内に描かれる全てのオブジェクトについて繰り返行われる（ステップS76）。

なお、上記図7の例では、処理対象とするオブジェクト毎に水面オブジェクトか否かを判断しているが（ステップS72）、この判断を行うことなく、水面オブジェクト以外を全て先に処理し、その後水面オブジェクトを処理するように、予めプログラムされていてもよい。

#### 【0033】

再び図6を参照して、全てのオブジェクトについてワールド座標系上の配置位置が決定されると、メインプロセッサ11が、ゲームプレーヤの視点に対応する仮想カメラをワールド座標系に配置し、この仮想カメラに基づいて各オブジェクトをカメラ座標系に変換する（ステップS66）。この変換は、行列変換およびメモリ座標上の二次元座標変換によって実現される。次に、コプロセッサ12が、カメラ座標系に変換された各オブジェクトにレンダリング処理を行って、各オブジェクトの画像データをフレームバッファに書き込む（ステップS67）。そして、コプロセッサ12が、フレームバッファに書き込まれた画像データに基づいて、表示部15に画像信号を出力する（ステップS68）。

上記ステップS63～S68の画像処理は、ゲームが終了するまで繰り返して行われる（ステップS69）。

#### 【0034】

以上のように、本発明の一実施形態に係る画像処理装置および画像処理プログラムによれば、実際に表現すべき水面領域より大きく、かつ、地形オブジェクトと交わる境界線部分の前後に起伏が形成されるように水面オブジェクトを設定し、この水面オブジェクト全体の位置が移動するように、配置位置を決定する。これにより、水面と陸地とが交わる境界部分のみを形状変化させることができ、あたかも波打っているかのように水面の起伏を表現することができる。

このように、本発明では、水面オブジェクトを構成するポリゴンの形状を個々に変化させるのではなく、特徴的な形状の水面オブジェクト全体を移動させるので、水面の起伏を表現させるために必要な画像処理の計算量が少なくて済む。

#### 【0035】

以上、本発明を詳細に説明してきたが、前述の説明はあらゆる点において本発明の例示に過ぎず、その範囲を限定しようとするものではない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは、言うまでもない。

## クレーム

1. 仮想空間における水面を表示するための画像データを出力する画像処理装置であって、

地形部分を表す地形オブジェクトを発生させる地形オブジェクト発生手段、

表示する水面領域よりも大きく、かつ、所定の範囲に固定的な起伏形状が形成された、水面部分を表す水面オブジェクトを発生させる水面オブジェクト発生手段、

前記水面オブジェクトが、前記所定の範囲部分で前記地形オブジェクトと交わるように、各オブジェクトの配置位置を決定するオブジェクト配置手段、

前記地形オブジェクトと交わる部分が前記所定の範囲内で変化するように、前記水面オブジェクトの配置位置を移動させるオブジェクト移動手段、および

配置された各オブジェクトによる仮想空間を表示するための画像データを出力する画像データ出力手段を備える。

2. クレーム1に従属する画像処理装置であって、

前記オブジェクト移動手段は、前記水面オブジェクトが直線的または曲線的な往復運動をするように、前記水面オブジェクトの配置位置を移動させることを特徴とする。

3. クレーム1に従属する画像処理装置であって、

前記オブジェクト移動手段は、前記水面オブジェクトが円運動または楕円運動をするように、前記水面オブジェクトの配置位置を移動させることを特徴とする。

4. クレーム1に従属する画像処理装置であって、

前記水面オブジェクトは、前記所定の範囲以外の前記地形オブジェクトと交わらない部分が平面であることを特徴とする。

5. クレーム1に従属する画像処理装置であって、

前記水面オブジェクトの表面に貼り付けられる模様がある場合、

前記オブジェクト移動手段は、前記水面オブジェクトを移動させた方向と逆方向にその移動量だけ、模様の貼り付け位置を移動させることを特徴とする。

6. 仮想空間における水面を表示するための画像データを出力する手順を

、コンピュータで実行させるための画像処理プログラムであって、  
地形部分を表す地形オブジェクトを発生させる地形オブジェクト発生ステップ

表示する水面領域よりも大きく、かつ、所定の範囲に固定的な起伏形状が形成された、水面部分を表す水面オブジェクトを発生させる水面オブジェクト発生ステップ、

前記水面オブジェクトが、前記所定の範囲部分で前記地形オブジェクトと交わるように、各オブジェクトの配置位置を決定する決定ステップ、

前記地形オブジェクトと交わる部分が前記所定の範囲内で変化するように、前記水面オブジェクトの配置位置を移動させる移動ステップ、および

配置された各オブジェクトによる仮想空間を表示するための画像データを出力する出力ステップを含む。

7. クレーム6に従属する画像処理プログラムであって、

前記移動ステップは、前記水面オブジェクトが直線的または曲線的な往復運動をするように、前記水面オブジェクトの配置位置を移動させることを特徴とする。

8. クレーム6に従属する画像処理プログラムであって、

前記移動ステップは、前記水面オブジェクトが円運動または楕円運動を行うように、前記水面オブジェクトの配置位置を移動させることを特徴とする。

9. クレーム6に従属する画像処理プログラムであって、

前記水面オブジェクトは、前記所定の範囲以外の前記地形オブジェクトと交わらない部分が平面であることを特徴とする。

10. クレーム6に従属する画像処理プログラムであって、

前記水面オブジェクトの表面に貼り付けられる模様がある場合、

前記移動ステップは、前記水面オブジェクトを移動させた方向と逆方向にその移動量だけ、模様の貼り付け位置を移動させることを特徴とする。

## 開示の概要

オブジェクトの表面を変形させることなく、水面の起伏変化を十分に表現できる画像処理装置および画像処理プログラムを提供する。実際に表現すべき水面領域より大きく、かつ、地形オブジェクトAと交わる境界線部分の前後に起伏が形成されるように水面オブジェクトBを設定し、所定の時間（フレーム）間隔でこの水面オブジェクトB全体の位置が移動するように、配置位置を決定する。これにより、水面と陸地とが交わる境界部分のみを形状変化させることができ、あたかも波打っているかのように水面の起伏を表現することができる。さらに、水面オブジェクトBを構成するポリゴンの形状を個々に変化させるのではなく、特徴的な形状の水面オブジェクトB全体を移動させるので、水面の起伏を表現させるために必要な画像処理の計算量が少なくて済む。